

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

DERWENT-ACC-NO: 1993-281478
DERWENT-WEEK: 199336
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Microsurgical knotting of material to human eyeball
- using of forceps
with strain gauge on each branch for measurement of thread
tension during
operation

INVENTOR: VON DER LIPPE, I

PATENT-ASSIGNEE: VON DER LIPPE I [VLIPI]

PRIORITY-DATA: 1992DE-4206126 (February 27, 1992)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
DE 4206126 A1	September 2, 1993	N/A
009	A61F 009/00	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
DE 4206126A1	N/A	1992DE-4206126
February 27, 1992		

INT-CL_(IPC): A61B017/04; A61F009/00

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 4206126A

BASIC-ABSTRACT: The method involves securing transplanted
material to the site
of transplantation by the joining and knotting of thread
(25) manipulated by
forceps (40) with two branches (41,42) gripped at their
centres (43,44) between
a finger and thumb.

Strain gauges (45,46) installed on the insides of the
branches near their tips
are connected by cable to a processing and display
instrument operable by means
of a foot switch. A mark (47) on each tip shows the exact
position for the
thread to guarantee the correct length for knotting.

USE/ADVANTAGE - Esp. in corneal transplant surgery,
astigmatism due to
differences in tension of the thread can be minimised.

tr

CHOSEN-DRAWING: Dwg.8/9

TITLE-TERMS:

MICROSURGERY KNOT MATERIAL HUMAN EYE FORCEPS STRAIN GAUGE
BRANCH MEASURE THREAD
TENSION OPERATE

DERWENT-CLASS: P31 P32 S02 S05

EPI-CODES: S02-F01C; S05-B09;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1993-216275



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 06 126 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
A 61 F 9/00
A 61 B 17/04

②1 Aktenzeichen: P 42 06 126.1
②2 Anmeldetag: 27. 2. 92
④3 Offenlegungstag: 2. 9. 93

DE 42 06 126 A 1

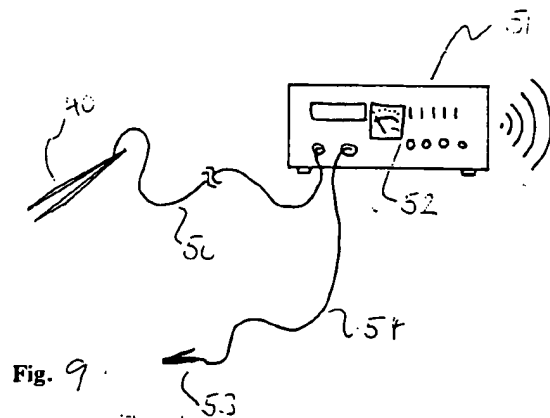
⑦1 Anmelder:
Lippe, Ignatius von der, Dr.med., 8520 Erlangen, DE

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

⑤4 Verfahren zum Verknüpfen und Verknoten von mikrochirurgischem Nahtmaterial am menschlichen Augapfel, insbesondere bei Hornhauttransplantationen, bei welchen das Nahtmaterial mittels Knüppfpinzetten ergriffen und miteinander verknüpft und verknotet wird, sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einer Knüppfpinzette, welche zwei Branchen aufweist

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum Verknüpfen und Verknoten von mikrochirurgischem Nahtmaterial am menschlichen Augapfel, insbesondere bei Hornhauttransplantationen, bei welchem das Nahtmaterial mittels Knüppfpinzetten ergriffen und miteinander verknüpft und verknotet wird. Um bei Hornhauttransplantationen den durch Unterschiede in der Spannung des Nahtmaterials verursachten Astigmatismus zu vermindern, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß eine Einrichtung zur Messung der Spannung des mikrochirurgischen Nahtmaterials zumindest während des Verknotens vorgesehen ist.



DE 42 06 126 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum Verknüpfen und Verknoten von mikrochirurgischem Nahtmaterial am menschlichen Auge, insbesondere bei Hornhauttransplantationen, bei welchem das Nahtmaterial mittels Knüpfpinzetten ergriffen und miteinander verknüpft und verknotet wird.

Bei der mikrochirurgischen Behandlung am menschlichen Auge ergibt sich sehr häufig die Notwendigkeit, die klare, ca. 0,5 mm dicke Hornhaut, über die das Licht in das Auge einfällt, direkt mit Nadel und Faden unter dem Operationsmikroskop zu nähen, beispielsweise beim Einnähen eines Hornhauttransplantats, einer sogenannten Keratoplastik. Es kommt hierbei auf zwei wesentliche Gesichtspunkte an:

1. Die Naht soll eine wasserdichte Adaptation der Wundränder herstellen und den Lichteinfall in das Auge möglichst wenig behindern.

2. Die Naht soll die im zentralen Bereich ideale spärliche Krümmung der Hornhaut möglichst wenig beeinträchtigen, da die Hornhaut mit ca. 43 Dioptrien die stärkste Sammellinse im dioptrischen Apparat des Auges ist.

Zum dioptrischen Apparat des Auges gehören neben der Hornhaut die Vorderkammer, die Regenbogenhaut, die Linse sowie der Glaskörper. Eine einwandfreie Abbildung der Umwelt auf der Netzhaut ist nur gewährleistet, wenn der zentrale Anteil der sonst asphärischen Hornhaut ideal spärlich, d. h. wie eine optische Linse, gekrümmt ist. Dieser zentrale Hornhautbezirk ist für die optische Abbildung auf den Augenhintergrund maßgeblich, da das zusammengesetzte optische System des Auges durch die Regenbogenhaut als Irisblende (Pupille) abgeblendet wird.

Insbesondere bei Hornhauttransplantationen haben die Nähte, mit denen das Transplantat fixiert wird, einen ganz erheblichen Effekt auf die zentrale Krümmung der Hornhaut. Bei dieser Operation wird der zentrale, optisch wirksame Teil der Hornhaut herausgeschnitten und durch ein gleichgeformtes, geringfügig größeres Transplantat von einem Spenderauge ersetzt. Das Transplantat wird anschließend mittels mikrochirurgischer Nähte an dem das Transplantat ringförmig umschließenden Rand der Empfängerhornhaut befestigt. Die Nähte werden mit extrem dünnem Nahtmaterial (10-0 Nylon monofil, Stärke einige Mikrometer) mit Hilfe einer speziellen, gebogenen Nadel und einem Nadelhalter unter dem Operationsmikroskop ausgeführt. Anschließend werden die Fadenenden des Nahtmaterials mittels Knüpfpinzetten ergriffen und miteinander verknüpft und verknotet, bis der Faden unter einer geringen Spannung steht. Bisher wird die Einbringung der Fadenspannung unter Sicht und nach Gefühl des Operateurs vorgenommen.

Nachteilig am heutigen Stand der Operationstechnik ist der häufig auftretende postoperative Hornhautastigmatismus, der auf einer torischen oder sonstwie unregelmäßigen statt sphärischen Hornhautoberflächenkrümmung beruht. Jede in die Hornhaut eingebrachte Naht beeinträchtigt deren zentrale, ideale sphärische Krümmung und führt zu einer gewissen astigmatischen Verzerrung der Oberfläche. Dies kann zu teilweise mit Brillengläsern unkorrigierbaren, stark astigmatischen Refraktionsfehlern führen, welche vom Patienten als Verschwommen- und Verzerrtsehen wahrgenommen werden. Die Sehschärfe des operierten Auges kann da-

durch trotz eines glasklaren Transplantates erheblich herabgesetzt werden.

Dieser Astigmatismus kann mehrere Ursachen haben. Er kann von Unregelmäßigkeiten an der Schnittfläche, Abweichungen von der Schnittkrümmung oder Flankenbildung an den Schnittkanten, die ein paralleles Anpassen der Spender und Empfängerhornhautkanten erschweren, hervorgerufen werden. Dieses Problem konnte jedoch durch das berührungslose Schneiden mit dem Excimerlaser bei aufgelegten Positiv- bzw. Negativmasken weitgehend gelöst werden. Eine weitere Ursache für den unerwünschten Astigmatismus der Hornhautoberfläche besteht darin, daß die einzelnen Nähte mit unterschiedlicher Spannung verknotet werden und die daraus resultierenden ungleichmäßigen Zugkräfte das Transplantat in seiner ursprünglich weitgehend sphärischen Oberfläche verzerren. Ist die Naht in einem Meridian zu stark gespannt, so entsteht eine stärkere Krümmung, ist sie in einem Meridian zu schwach gespannt, so entsteht eine flachere Krümmung der Hornhautoberfläche.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, mit der diese Nachteile beseitigt und der durch Unterschiede in der Spannung des Nahtmaterials verursachte Astigmatismus vermindert werden kann.

Erfindungsgemäß wird nun vorgeschlagen, daß eine Einrichtung zur Messung der Spannung des mikrochirurgischen Nahtmaterials zumindest während des Verknotens vorgesehen ist.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß eine objektive Erfassung der tatsächlichen Spannung des mikrochirurgischen Nahtmaterials ermöglicht wird, so daß einerseits Beschädigungen des Hornhauttransplantats bzw. der Empfängerhornhaut aufgrund überhöhter Fadenspannung des Nahtmaterials vermieden werden können, und daß andererseits eine relativ gleichmäßige Fadenspannung an sämtlichen das Transplantat fixierenden Nähten sichergestellt werden kann, die den postoperativen Astigmatismus günstig beeinflusst. Zudem ist es nunmehr möglich, eine Korrelation zwischen der Refraktion des operierten Auges und der Fadenspannung des Nahtmaterials zu ermitteln, so daß die optimale Fadenspannung wissenschaftlich erfaßt werden kann.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist eine Einrichtung vorgesehen, mit der die Spannung des Nahtmaterials beim ersten und/oder zweiten Knoten gemessen werden kann, wodurch sichergestellt werden kann, daß während des gesamten Knotvorgangs die maximal oder minimal zulässige Fadenspannung nicht über- bzw. unterschritten wird, und wodurch sich eine besonders gleichmäßige Spannungsverteilung in sämtlichen Nähten erzielen läßt.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die gemessene Spannung des Nahtmaterials mittels einer Anzeige-Einrichtung angezeigt, um dem Operateur bereits während der Operation ein "feedback" zu geben.

Dabei erweist es sich als besonders zweckmäßig, wenn das Erreichen der gewünschten Spannung des Nahtmaterials angezeigt wird, damit der operierende Arzt ohne weitere Überlegungen erkennen kann, wann der Knoten fest genug gezogen ist.

Um die in das Nahtmaterial eingebrachten Kräfte und somit auch die Spannung des Nahtmaterials relativ exakt bestimmen zu können, wird die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Knüpfpinzette, welche zwei Branchen aufweist, vorgeschlagen, bei welcher wenig-

stens eine der Branchen mit einer Sensoreinrichtung zur Erfassung der während des Gebrauchs der Knüpfpinzette auftretenden Verformungen der Branchen sowie mit einer Auswertungseinrichtung zur Bestimmung der in das mikrochirurgische Nahtmaterial eingebrachten Kräfte versehen ist.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung dieser Vorrichtung weist die Sensoreinrichtung wenigstens einen Dehnungsmeßstreifen auf, welcher ein der Verformung der Branche(n) und somit der Zugkraft beim Verknüten des Nahtmaterials analoges elektrisches Signal erzeugt, das besonders einfach weiter verarbeitet werden kann.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind an beiden Branchen Dehnungsmeßstreifen angebracht, um Meßfehler aufgrund von einseitigen Verformungen und/oder Temperaturunterschieden oder dergleichen ausschließen zu können. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Dehnungsmeßstreifen an den Innenseiten der Branchen angeordnet sind, um Beschädigungen durch äußere Einflüsse zu vermeiden.

Des weiteren ist es sinnvoll, die Dehnungsmeßstreifen so anzuordnen und zu schalten, daß die gegensinnigen, durch Zusammendrücken der Branchen zum Ergreifen bzw. Festhalten des Nahtmaterials verursachten Verformungen der Branchen sich gegenseitig kompensieren, so daß nur die gleichsinnigen, aufgrund der Zugkraft des Fadens hervorgerufenen Verformungen ein elektrisches Signal erzeugen. Dies läßt sich insbesondere dadurch erreichen, daß die verschiedenen Dehnungsmeßstreifen als unvollständige und/oder vollständige Wheatstone'sche Brücke miteinander verschaltet werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Auswertungseinrichtung mit einer akustischen, vorzugsweise analogen Anzeigeeinrichtung versehen ist, welche den Operateur über die Fadenspannung informiert, ohne ihn in seiner visuellen Konzentration auf das Operationsfeld zu beeinträchtigen.

Die Auswertungseinrichtung kann auch mit einem Grenzwertschalter versehen sein, welcher bei Erreichen der gewünschten Spannung des Nahtmaterials ein Signal abgibt.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Auswertungseinrichtung mit einer sog. Tariautomatik versehen, mit welcher die aufgrund der gegensinnigen Verformungen der Branchen beim Ergreifen bzw. Festhalten des Nahtmaterials bzw. aufgrund thermischer oder sonstiger unerwünschter Einflüsse hervorgerufenen Störsignale ausgeschaltet werden können. Dies kann beispielsweise durch einen mit der Auswertungseinrichtung verbundenen Fußschalter erfolgen, welcher vom Operateur unmittelbar vor der Beaufschlagung des Nahtmaterials mit der Zugkraft betätigt wird und die angezeigte Zugkraft auf Null rückstellt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch mit einer Speichereinrichtung verbunden sein, welche die in die einzelnen Nähte tatsächlich eingebrachten Zugkräfte speichert, so daß diese Daten nach der Operation noch verfügbar sind und mit anderen Bezugsgrößen korreliert werden können.

Die Auswertungseinrichtung kann in einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung aus einem stationären oder tragbaren Personal Computer bestehen.

Weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegen-

den Erfindung ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung.

Figurenbeschreibung

Es zeigen:

Fig. 1 in perspektivischer Ansicht einen Schnitt durch die Hornhaut eines menschlichen Auges,

Fig. 2 in perspektivischer Ansicht einen Schnitt durch den vorderen Abschnitt des menschlichen Auges während des Einpassens und Fixierens eines Hornhauttransplantats,

Fig. 3 in Draufsicht die Hornhaut eines menschlichen Auges mit eingesetztem Hornhauttransplantat während des Fixierens mittels Nahtmaterials,

Fig. 4 in Frontansicht eine schematische Darstellung der Anordnung der Einzelknopfnähte zum fixieren des Hornhauttransplantats,

Fig. 5 im Schnitt eine schematische Darstellung der Anbringung des Hornhauttransplantats an einer Empfängerhornhaut,

Fig. 6 in perspektivischer Ansicht ein Modell einer ideal sphärischen Hornhautoberfläche,

Fig. 7 in perspektivischer Ansicht ein Modell einer torischen Hornhautoberfläche,

Fig. 8 in Seitenansicht eine erfindungsgemäße Knüpfpinzette, und

Fig. 9 in schematischer Darstellung das Gesamtsystem der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Wie in Fig. 1 zu erkennen ist, besteht die menschliche Hornhaut 10 aus mehreren übereinanderliegenden Schichten, nämlich der Basalmembran 11, welche an ihrer Oberfläche eine mehrlagige Epithelschicht aufweist, der darunterliegenden, relativ festen Bowman'schen Membran 12, dem Hornhautstroma 13, der elastischen Descemet'schen Membran 14 sowie einer der Hornhaut 10 zur Innenseite hin begrenzenden einlagigen Endothelzellschicht 15. Die Gesamtdicke der Hornhaut beträgt ca. 0,5—0,6 mm.

In Fig. 2 ist der vordere Abschnitt eines menschlichen Auges 20 dargestellt. In die Empfängerhornhaut 21, aus welcher der zentrale optisch wirksame Teil zuvor entweder mechanisch mit einem Spezialmesser (Trepan) oder mittels eines Excimer-Laserstrahls und aufgelegter Abdeckmaske herausgeschnitten worden ist, wird zunächst ein Hornhauttransplantat 22, welches auf gleiche Weise aus einem nicht dargestellten Spenderauge herausgeschnitten wurde, eingepaßt und anschließend fixiert. Hinter dem Hornhauttransplantat 22 bzw. der Empfängerhornhaut 21, also im Augeninneren, sind die Linse 23 und die Regenbogenhaut (Iris) 24 angeordnet. Zur Befestigung des Hornhauttransplantats 22 an der Empfängerhornhaut 21 wird ein Faden 25 aus speziellem Nahtmaterial mit Hilfe einer gebogenen Nadel 26 und einem Nadelhalter 27 durch den Rand des Hornhauttransplantats 22 und der Empfängerhornhaut 21 hindurchgeführt. Dabei werden das Hornhauttransplantat 22 bzw. die Empfängerhornhaut 21 mit Hilfe einer Fußpinzette 28 in Position gehalten.

In Fig. 3 ist eine Draufsicht auf die Empfängerhornhaut 21 mit eingepaßtem Hornhauttransplantat 22 wiedergegeben. Das Hornhauttransplantat 22 hat eine kreisrunde oder leicht elliptische Form und wird entlang seines äußeren Randes mittels mehrerer Einzelknopfnähte 30 mit der Empfängerhornhaut 21 verbunden. Hinter dem Hornhauttransplantat befinden sich die Vorderkammer und die Pupille 29.

In Fig. 4 ist die Anordnung der Einzelknopfnähte 30

zur Befestigung des Hornhauttransplantats 22 an der Empfängerhornhaut 21 schematisch dargestellt. Die Nähte werden in der Regel als sogenannte Einzelknopfnähte 30 mit einem doppelten bzw. dreifachen Knoten ausgeführt. Wie zu erkennen ist, hat das Hornhauttransplantat 22 einen größeren Durchmesser als die Pupille 29, so daß die Fäden der Einzelknopfnähte 30 nicht in den zentralen Strahlengang des optischen Systems zu liegen kommen.

Fig. 5 zeigt in schematischer Darstellung einen Schnitt durch die Empfängerhornhaut 21 mit eingesetztem Hornhauttransplantat 22, welches mit Einzelknopfnähten 30 an der Empfängerhornhaut 21 befestigt ist.

Fig. 6 zeigt im Modell eine ideal sphärische Hornhautoberfläche des zentralen, optisch wirksamen Teils des Hornhauttransplantats 22.

Das in Fig. 7 gezeigte Modell einer torischen Hornhautoberfläche des Hornhauttransplantats 22 weist im Meridian B eine stärkere Krümmung als im Meridian A auf.

In Fig. 8 ist eine Knüpfpinzette 40 in Seitenansicht dargestellt. Die Knüpfpinzette 40 weist zwei Branchen 41, 42 auf, welche mit Griffzonen 43, 44 versehen sind. Im vorderen Bereich der Branchen 41, 42 sind an deren jeweiliger Innenseite Dehnungsmeßstreifen 45, 46 angebracht. Des weiteren sind die Branchen 41, 42 im Bereich der Eingriffsstelle für den Faden 25 mit einer Markierung 47 versehen, welche dazu dient, die genaue Position anzugeben, an der der gefaßte Faden 25 zu liegen kommen muß, um die richtige Länge des Hebelarmes zu gewährleisten. Zwischen den Branchen 41, 42 ist ein Anschlag 48 angebracht.

In Fig. 9 ist das Gesamtsystem der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Die Knüpfpinzette 40 ist mit einem Verbindungskabel 50 an eine Auswertungseinrichtung 51 angeschlossen. Die Auswertungseinrichtung 51 weist eine Anzeigeeinrichtung 52 und eine Tasterautomatik auf, welche über einen Fußschalter 53, der mit der Auswertungseinrichtung 51 über ein Verbindungskabel 54 gekoppelt ist, betätigt wird.

Bei krankhaften Trübungen oder Verformungen bzw. Verletzungen der menschlichen Hornhaut 10 können erhebliche Beeinträchtigungen der Sehkraft bis hin zur Erblindung auftreten. In einem solchen Fall kann der zentrale Teil der Hornhaut 10 durch eine Hornhauttransplantation ersetzt werden. Bei der Hornhauttransplantation wird der geschädigte Teil aus der Empfängerhornhaut 21 ausgeschnitten und durch ein Hornhauttransplantat 22 aus einem hier nicht dargestellten Spenderauge ersetzt. Das Hornhauttransplantat 22 wird anschließend mittels Einzelknopfnähten 30 an der Empfängerhornhaut 21 befestigt. Die Fäden 25, aus denen die Einzelknopfnähte 30 hergestellt werden, werden mit einer speziellen Nadel 26, die mit Hilfe eines Nadelhalters 27 geführt wird, durch die Basalmembran 11, die Bowman'sche Membran 12 sowie einen Teil des Hornhautstromas 13 des Hornhauttransplantats 22 sowie der Empfängerhornhaut 21 hindurchgeführt. Anschließend werden die beiden Enden des Fadens 25 mit Hilfe von zwei Knüpfpinzetten 40 miteinander verknüpft und verknotet. Dabei ist es von größter Wichtigkeit, daß die Fäden 25 der verschiedenen Einzelknopfnähte 30 mit einer gleichmäßigen Spannung, welche sich in einer bestimmten Toleranzbreite um die gewünschte Spannung herum bewegen sollte, beaufschlagt werden. Zu diesem Zweck befinden sich an den Branchen 41, 42 der Knüpfpinzette 40 Dehnungsmeßstreifen 45, 46, welche jeweils ein der Verformung der Branchen 41 bzw. 42 entspre-

chendes elektrisches Signal an eine Auswertungseinrichtung 51 abgeben. Dabei verformen sich die Branchen 41, 42 beim Ergreifen und Festhalten des Fadens 25 aufgrund der durch den Operateur in die Griffzonen 43, 44 eingebrachten Kräfte zunächst gegensinnig. Sobald die Branchen 41, 42 an dem Anschlag 48 anliegen, ist dieser gegensinnige Verformungsprozeß abgeschlossen. Der Operateur kann nun durch Betätigen des Fußschalters 53 die Anzeigeeinrichtung 52 der Auswertungseinrichtung 51 auf Null stellen. Beim Festziehen der Fadenenden des Fadens 25 während des Verknötens wirkt die Zugkraft des Fadens 25 auf die Branchen 41, 42 der Knüpfpinzette 40, wodurch diese in Fadenrichtung verformt werden. Der Operateur hat darauf zu achten, daß die Knüpfpinzette 40 während des Festziehens der Knoten etwa senkrecht zur Richtung des Fadens 25 gehalten wird, so daß der Faden 25 senkrecht zu der in der Mitte zwischen den Branchen 41, 42 liegenden Ebene angeordnet ist. Bei dieser Position entspricht die gleichsinnige Verformung der Branchen 41, 42 exakt auf der den Faden 25 ausgeübten Zugkraft. Mit Hilfe der Auswertungseinrichtung 51 ist es möglich, die Verformung der Branchen 41, 42 und somit die auf den Faden 25 ausgeübte Zugkraft anzuzeigen.

Bezugszeichenliste

10	—	Hornhaut
11	—	Basalmembran mit Epithelzellschicht
12	—	Bowman'sche Membran
13	—	Hornhautstroma
14	—	Descemet'sche Membran
15	—	Endothelzellschicht
20	—	vorderer Abschnitt des menschlichen Auges
21	—	Empfängerhornhaut
22	—	Hornhauttransplantat
23	—	Linse
24	—	Regenbogenhaut
25	—	Faden
26	—	Nadel
27	—	Nadelhalter
28	—	Faßpinzette
29	—	Pupille, Vorderkammer
30	—	Einzelknopfnäht
40	—	Knüpfpinzette
41, 42	—	Branche
43, 44	—	Griffzone
45, 46	—	Dehnungsmeßstreifen
47	—	Markierung
48	—	Anschlag
50	—	Verbindungskabel
51	—	Auswertungseinrichtung
52	—	Anzeigeeinrichtung
53	—	Fußschalter
54	—	Verbindungskabel

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum Verknüpfen und Verknoten von mikrochirurgischem Nahtmaterial am menschlichen Augapfel, insbesondere bei Hornhauttransplantationen, bei welchem das Nahtmaterial mittels Knüpfpinzetten ergriffen und miteinander verknüpft und verknotet wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Messung der Spannung des mikrochirurgischen Nahtmaterials zumindest während des Verknötens vorgesehen ist.

2. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, wobei zunächst ein erster, vorzugsweise doppelter Knoten und anschließend ein zweiter, vorzugsweise einfacher Knoten erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Messung der Spannung des Nahtmaterials beim ersten (doppelten) und/oder beim zweiten (einfachen) Knoten vorgesehen ist. 5
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Anzeige der gemessenen Spannung des Nahtmaterials vorgesehen ist. 10
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Anzeige des Erreichens der gewünschten Spannung des Nahtmaterials vorgesehen ist. 15
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Anzeige des Erreichens der gewünschten Spannung des Nahtmaterials akustisch, vorzugsweise analog, arbeitet. 20
6. Vorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1—5, mit einer Knüpfpinzette (40), welche zwei Branchen (41, 42) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Branchen mit einer Sensoreinrichtung zur Erfassung der während des Gebrauchs der Knüpfpinzette auftretenden Verformungen der Branchen (41, 42), sowie mit einer Auswertungseinrichtung (51) zur Bestimmung der in das mikrochirurgische Nahtmaterial (25) eingebrachten Kräfte versehen ist. 25 30
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinrichtung wenigstens einen Dehnungsmeßstreifen (45, 46) aufweist. 30
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß an beiden Branchen (41, 42) jeweils ein Dehnungsmeßstreifen (45, 46) angebracht ist. 35
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß an beiden Branchen (41, 42) jeweils 2 Dehnungsmeßstreifen (45, 46) angebracht sind. 40
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7—9, dadurch gekennzeichnet, daß der (die) Dehnungsmeßstreifen (45, 46) an der Innenseite der Branche(n) (41, 42) angebracht ist (sind). 40
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß an beiden Branchen (41, 42) auf der Außen- und Innenseite jeweils ein Dehnungsmeßstreifen (45, 46) angebracht ist. 45
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6—11, gekennzeichnet durch eine Trenneinrichtung zur Trennung der gegensinnigen von den gleichsinnigen Verformungen der Branchen (41, 42). 50
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Trenneinrichtung das Schaltprinzip einer unvollständigen oder vollständigen Wheatstone'schen Brücke aufweist. 55
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6—13, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertungseinrichtung (51) mit einer akustischen, vorzugsweise analogen Anzeigeeinrichtung (52) versehen ist. 60
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6—14, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertungseinrichtung (51) mit einem Grenzwertschalter versehen ist. 60
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6—15, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertungseinrichtung (51) mit einer Tarierautomatik versehen ist. 65

- Leerseite -

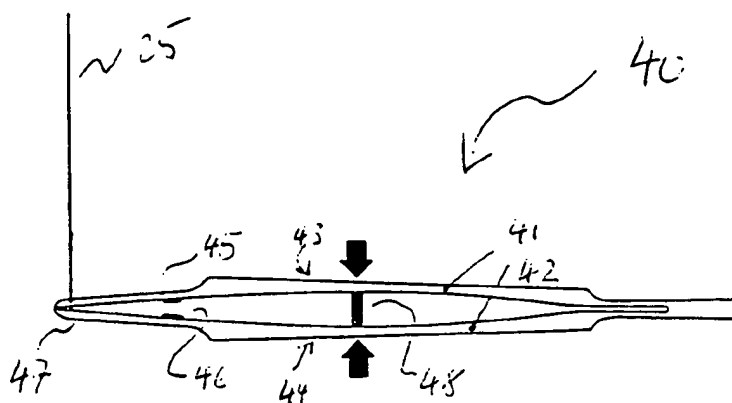


Fig. 8

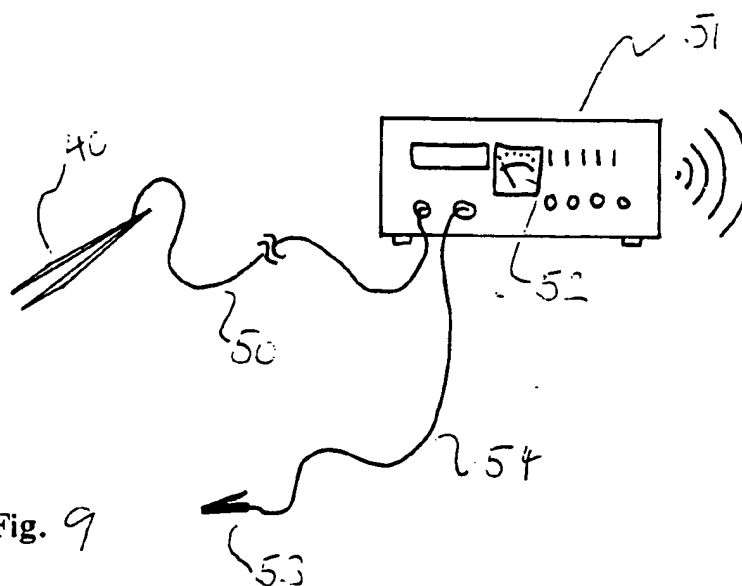


Fig. 9

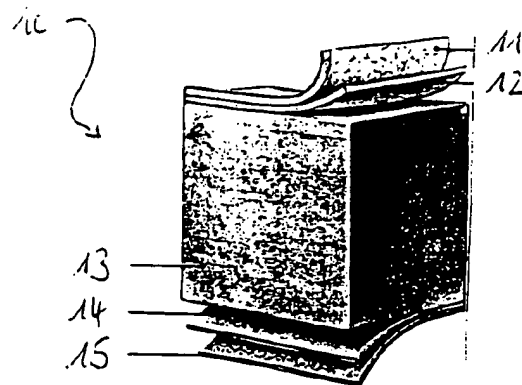


Fig. 1

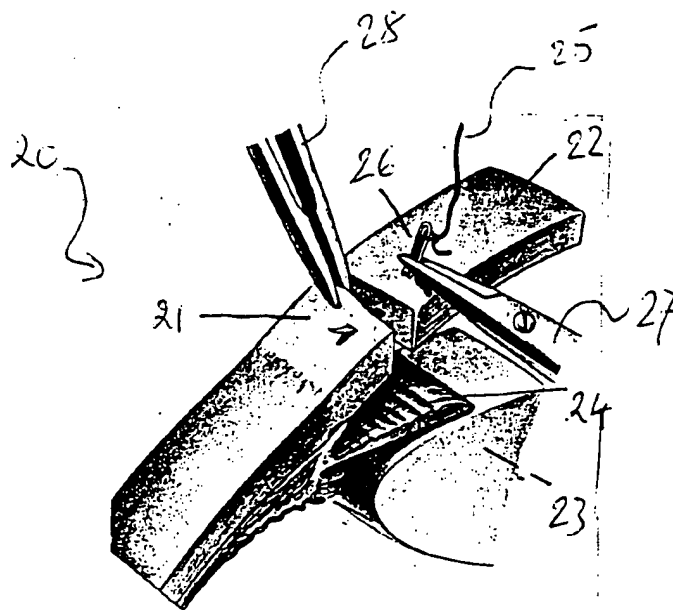


Fig. 2

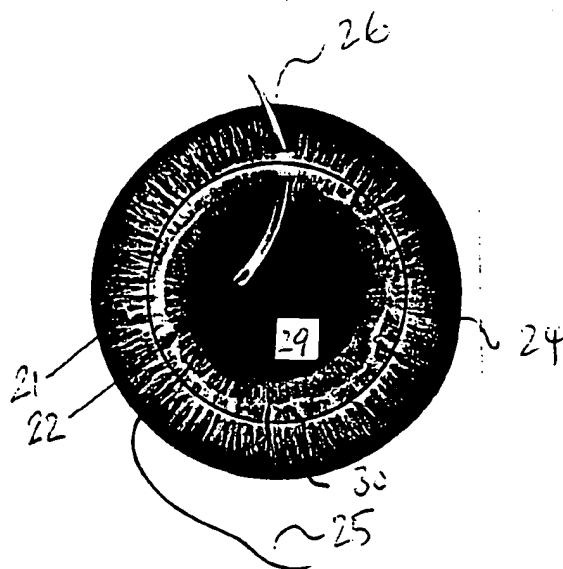


Fig. 3

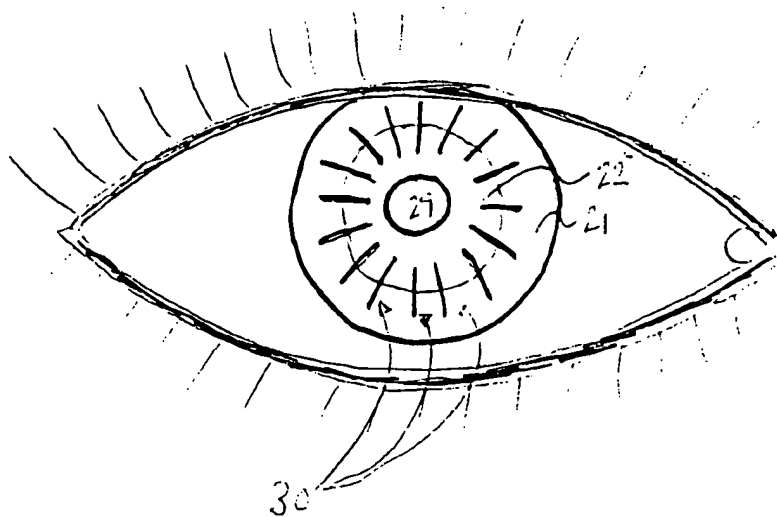


Fig. 4

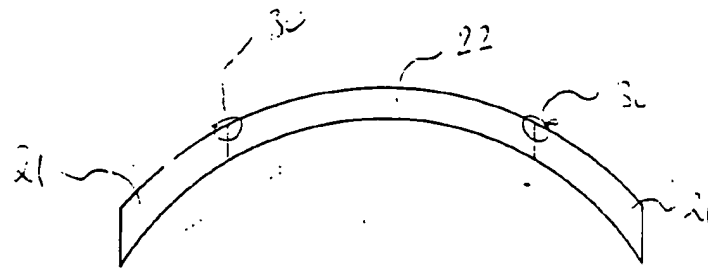


Fig. 5

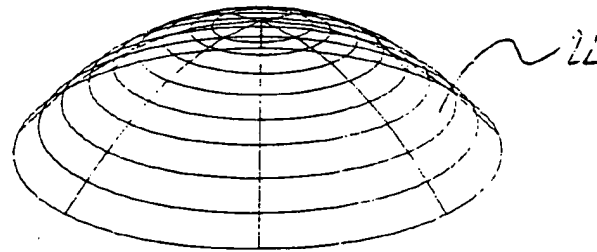


Fig. 6

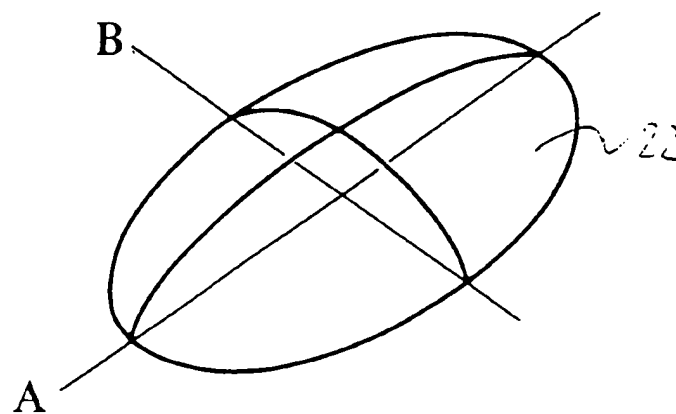


Fig. 7